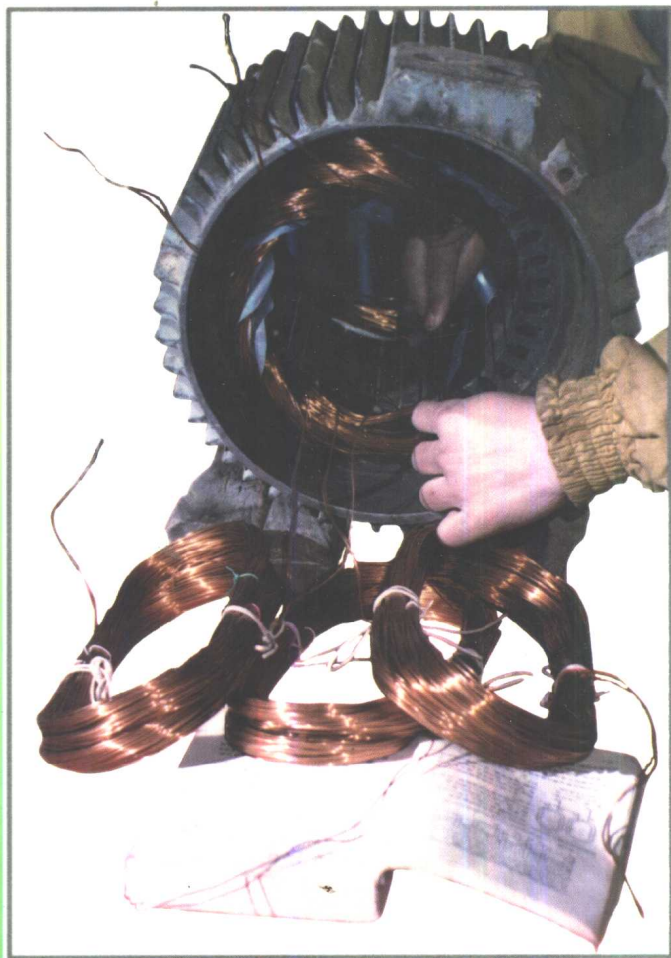


无师自通
方法独特

松柏
编著



三相电动机 修理自学指导

北京科学技术出版社

三相电动机修理自学指导

松 柏 编著

北京科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

三相电动机修理自学指导/松柏编著. —北京:北京科学技术出版社, 2001.5 重印

ISBN 7-5304-1903-X/T·414

I. 三… II. 松… III. 三相电机-维修 IV. TM340.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 25406 号

三相电动机修理自学指导

松 柏 编 著

*

北京科学技术出版社出版

(北京西直门南大街 16 号)

邮政编码:100035

各地新华书店经销

三河腾飞胶印厂印刷

*

787 毫米×1092 毫米 32 开本 15.25 印张 350 千字 插页 10

1997 年 11 月第一版 2001 年 5 月第二次印刷

定价: 23.00 元

(凡购买北京科学技术出版社的图书,如有
缺页、倒页、脱页者,本社发行科负责调换)

内 容 简 介

无师自通是本书特点，全书共分十八章，以通俗易懂的实际操作为主，理论、计算为辅，只要按本书所述操作，即能掌握更换各种三相异步电动机绕组的全套技术。本书第一章至第六章为修理电动机的基础知识，第七章至十五章分门别类详细介绍了 52 种 2 极至 10 极单层、双层绕组展开分解图及下线方法，在各种绕组展开图后面分别介绍了 435 种不同型号的潜水泵、微型、特殊型、普通型电动机的铁芯绕组的技术数据，供电动机修理人员查阅。

本书融汇了作者独特的实践经验，如电动机绕组的冷拆法，电动机绕组展开分解图及各部位详细命名法，线把多根断头的连接法，电动机绕组通电烘干法，整个绕组（单层）无接头法，万用绕线模具的制造等等。

本书适合初学者学习，适合电动机修理工、维修电工、或一般电工学习参考，可作中专、大专院校有关专业师生实践补充参考教材。

M/8/57

前 言

修理电动机的技术好比一层“窗户纸”，一捅就透。但为捅破这层“窗户纸”，二十多年前我历尽千辛万苦，为看不见的电流、摸不着的磁场，猛攻理论书籍，结果还是败阵书山。只能另辟捷径，求师学艺。几经周折，胜过鲁班学艺，当继续掌握修理电动机这门技术后，方知其技术非常简单，这层“窗户纸”捅透得容易，经此深刻体会我立志写一本使读者通过看书就能学会修理电动机技术的书，让所有愿学修理电动机技术的人，不再走我所走过的弯路。

为实现写书计划，我用自编的书稿作教材组织电动机面授班、函授班。经过反复修改，初稿于1985年定稿。当时出书困难重重，多处碰壁，无奈之下，书稿压了多年。在改革开放的大好形势下，重新拿出原稿实施当初计划。本书内容的好坏自由读者去评价，如它对你有所帮助，就是我最大的心愿。

为达到读者看书就能学会修理电动机的目的，我校负责解答读者在看书和实践中遇到的难题。另外，我校还举办单相电动机修理技术函授班；同时为读者办理邮购全套修理电动机的工具（工具照片见封底）和原材料，愿读者与作者融为一体，形成良性循环。

本书内容属长期实践的总结，未免有一定局限性。由于编者业务水平所限，书中缺点错误在所难免，欢迎读者来信指正。

信地址：河北省遵化市电动机维修技校。

邮政编码：064200

电话：0315—6615570

编者

1997年11月



作者简介

作者王庆伯，
河北省遵化市人。
现任遵化市电动机
维修技校校长、遵
化市科技书店经
理。已出版《三相
电动机修理自学指
导》、《单相电动
机修理自学指导》
两本科技书。

“松柏”是作
者笔名，意在发扬
松柏之精神，多撰
写优秀的科技、科
普图书为读者服
务，为科普事业多
做贡献。

目 录

第一章 电的基础知识	(1)
第一节 磁场	(1)
第二节 电磁感应	(5)
第三节 磁场对通电导体的作用	(8)
第四节 正弦交流电	(10)
第五节 三相交流电	(16)
第二章 三相异步电动机结构与工作原理	(23)
第一节 电动机的结构	(23)
第二节 电动机的分类	(28)
第三节 电动机的工作原理	(29)
第四节 电动机铭牌与性能	(41)
第三章 电动机的正确使用	(75)
第一节 电动机的选择	(75)
第二节 电动机供电线路的选择	(76)
第三节 电动机的绝缘与接地	(82)
第四节 电动机安装与传动	(84)
第五节 电动机起动方式的选择	(92)
第六节 电动机的起动设备和保护装置	(95)
第四章 电动机的故障判断及处理	(114)
第一节 电动机的单相运行	(114)
第二节 绕组的断路故障	(118)
第三节 绕组的短路故障	(121)
第四节 电动机机械部分故障	(123)

第五节 过载	(125)
第六节 制造质量问题	(127)
第七节 电动机故障一览表	(128)
第五章 三相异步电动机定子绕组	(133)
第一节 线把	(133)
第二节 三相绕组排布接线法	(140)
第三节 绕组式样	(152)
第四节 三相绕组的连(联)接法	(154)
第六章 更换绕组前的工作及工具仪表	(158)
第一节 电动机的拆卸	(158)
第二节 轴承的检查更换	(159)
第三节 记录数据	(162)
第四节 拆除旧绕组	(165)
第五节 裁绝缘纸制做槽楔儿	(167)
第六节 制做绕线模	(170)
第七节 绕制线把工艺和线头的连接	(184)
第八节 修理工具简介	(186)
第九节 仪器仪表简介	(190)
第七章 3相4极电动机单层绕组的下线方法	(195)
第一节 3相4极36槽节距2/1-9、1/1-8 单层交叉式绕组的下线方法	(195)
第二节 3相4极24槽节距1-6 单层链式 绕组的下线方法	(228)
第八章 3相2极电动机单层绕组的下线方法	(238)

第一节 3 相 2 极 18 槽节距 2/1-9、1/1-8	
单层交叉式绕组的下线方法	(238)
第二节 3 相 2 极 24 槽节距 1-12、2-11	
单层同心式绕组的下线方法	(246)
第三节 2 极 12 槽节距 1-6 单层链式	
绕组展开分解图	(262)
第九章 3 相 6 极 36 槽节距 1-6 单层链式	
绕组的下线方法	(265)
第十章 3 相 8 极 48 槽节距 1-6 单层链式	
绕组展开分解图	(275)
第十一章 3 相 4 极电动机双层绕组的下线	
方法及绕组展开分解图	(279)
第一节 3 相 4 极 36 槽节距 1-3 双层叠绕单路、	
2 路、4 路连(联)接绕组下线	
接线方法	(279)
第二节 3 相 4 极 36 槽节距 1-9 双层叠绕单路、	
2 路联接绕组下线、接线方法	(308)
第三节 3 相 4 极 48 槽节距 1-10 双层叠绕 2 路、	
4 路并联绕组展开分解图	(322)
第四节 3 相 4 极 48 槽节距 1-11 双层叠绕 2 路、	
4 路并联绕组展开分解图	(326)
第五节 3 相 4 极 48 槽节距 1-12 双层叠绕 4 路	
并联绕组展开分解图	(331)
第六节 3 相 4 极 60 槽节距 1-12 双层叠绕 2 路、	
4 路并联绕组展开分解图	(333)

第七节 3 相 4 极 60 槽节距 1-13 双层叠绕 2 路、	
4 路并联绕组展开分解图	(335)
第八节 4 极 60 槽节距 1-14 双层叠绕 2 路、	
4 路并联绕组展开分解图	(339)
第九节 4 极 12 槽节距 1-4 双层叠绕单路	
连接绕组展开分解图	(343)
第十节 4 极 24 槽节距 1-8、2-7 双层同心式	
绕组展开分解图	(345)
第十二章 3 相 2 极电动机双层绕组下线方法	
及绕组展开分解图	(348)
第一节 3 相 2 极 36 槽节距 1-13 双层绕组	
下线方法与展开分解图	(348)
第二节 3 相 2 极 30 槽节距 1-11 双层叠绕 2 路	
并联绕组展开分解图	(365)
第三节 3 相 2 极 36 槽节距 1-12 双层叠绕 2 路	
• 并联绕组展开分解图	(367)
第四节 3 相 2 极 36 槽节距 1-14 双层叠绕单路、	
2 路并联绕组展开分解图	(369)
第五节 3 相 2 极 42 槽节距 1-15 双层叠绕 2 路	
并联绕组展开分解图	(373)
第六节 3 相 2 极 42 槽节距 1-16 双层叠绕 2 路	
并联绕组展开分解图	(375)
第十三章 3 相 6 极电动机双层绕组展开分解图	(377)
第一节 3 相 6 极 36 槽节距 1-6 双层	
绕组展开分解图	(377)

第二节 3 相 6 极 54 槽节距 1-8 双层叠绕 3 路 并联绕组展开分解图	(382)
第三节 3 相 6 极 54 槽节距 1-9 双层 绕组展开分解图	(384)
第四节 3 相 6 极 72 槽节距 1-11 双层 绕组展开分解图	(390)
第五节 3 相 6 极 72 槽节距 1-12 双层叠绕 3 路 并联绕组展开分解图	(396)
第十四章 3 相 8 极电动机双层绕组展开分解图	(398)
第一节 3 相 8 极 48 槽节距 1-6 双层 绕组展开分解图	(398)
第二节 3 相 8 极 54 槽节距 1-7 双层分数槽 绕组展开分解图	(403)
第三节 3 相 8 极 72 槽节距 1-8 双层叠绕 4 路 并联绕组展开分解图	(407)
第四节 3 相 8 极 72 槽节距 1-9 双层 绕组展开分解图	(409)
第十五章 3 相 10 极电动机双层绕组展开分解图 ...	(413)
第十六章 更换绕组后的工作	(418)
第一节 整形	(418)
第二节 绕组的浸漆与烘干	(420)
第三节 电动机的组装	(423)
第四节 电动机的试车	(424)
第十七章 3 相异步电动机绕组重绕计算	(427)
第一节 定绕组的重绕计算	(427)

第二节 改变极数计算	(445)
第三节 改变绕组接线方法的计算	(453)
第十八章 电动机运行中的监视和定期维修	(460)
第一节 电动机的发热与冷却	(460)
第二节 电动机正常运行时的监视	(462)
第三节 电动机的定期保养	(466)
附录 1 河北省遵化市电动机维修技校采购项目 简介	(468)
附录 2 河北省遵化市电动机维修技校电动机 面授、函授班简介	(471)

第一章 电的基础知识

第一节 磁场

如果在一根永久磁铁周围的空间中，放一根能自由转动的磁针，磁针将指向磁铁。若将磁铁拿开，磁针就转回到它原来的位置，即转向地磁子午线。由此可知，在磁针上作用着某种固定的力，这个力叫做磁力。

磁铁、运动的带电体或载有电流的导线，其周围空间有磁力作用，这种空间称磁场。

磁铁各部分吸引铁和某些金属的本领是不同的，实验证明，在磁铁的两端磁性最强，这两端叫做磁极。其中，指北的一端叫北极，用 N 表示；指南的一端叫南极，用 S 表示。两磁极之间，同极性相斥，异极性相吸。这种极间的相互作用，是通过磁铁周围空间的磁场来实现的。

磁场的形状和强弱，常用磁力线来表示。在磁铁外部，磁力线的方向总是从 N 极出发回到 S 极。而在磁铁内部，磁力线由 S 极回到 N 极。因此，磁力线无头无尾，不能中断，构成一个闭合的环路，如图 1-1 所示。

图 1-2 表示了异极性相吸时的磁力线分布，这时的磁力线像是有弹性的橡皮筋一样，长度被缩短了。

图 1-3 所示为同极性相斥时的磁力线分布，从图可看出，磁力线互不相交，并具有互相向侧面排斥的特性。

磁力线的疏密程度，通常表明了磁场的强弱。在磁场强的地方，磁力线比较密；在磁场弱的地方，磁力线比较疏；在磁场均匀的地方，磁力线疏密均匀并互相平行。以上说明

磁力线的根数与磁场的强弱成正比。

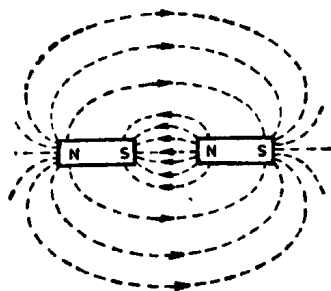
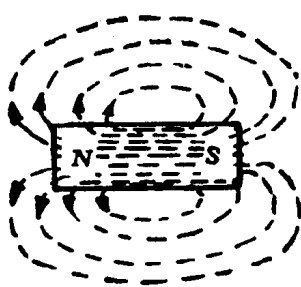


图 1-1 磁力线的闭合路径 图 1-2 异性性相吸的磁力线分布

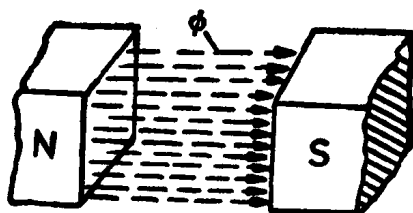
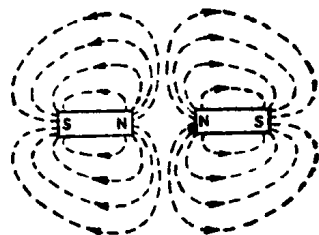


图 1-3 同极性相斥的磁力线分布 图 1-4 均匀磁场的磁力线

磁力线易于通过铁和其他铁磁物质。

为了进行磁场中各物理量的定性分析，首先引用磁通量这个物理概念。磁通量就是通过某面积内的磁力线数。磁力线既然是一根一根的线条，所以磁通量可以用多少根“线”来作单位。例如，像图 1-4 那样，若有一万根磁力线通过该垂直面，我们就可以说这个磁极的磁通量为一万线或者称为一万麦克斯韦*（简称麦）。麦是个基本单位，1 麦就代表通常所说的一根磁力线。此外，磁通量还用韦伯（简称

* 麦克斯韦是非许用单位。1 麦克斯韦 = 10^{-8} 韦(伯)

韦) 作单位。二者的关系如下:

$$1 \text{ 韦} = 10^8 \text{ 麦}$$

因为磁通量是通过某一面积的磁力线总和, 不能说明在这一面积上磁力线分布的疏密情况, 所以有必要引出单位面积的磁力线数这个概念, 叫做磁通量密度。

磁通量一般用字母 φ 代表, 磁通量密度一般用字母 B 代表。如果用 S 表示磁通量所通过的垂直面积, 那么磁通量密度可写成:

$$B = \frac{\varphi}{S} (\text{Wb} / \text{m}^2) \quad (1-1)$$

式中, B 为磁通量密度, 单位是韦 / 米²; φ 为磁通量, 单位是韦; S 为磁通量所通过的垂直面积, 单位是米²。

如果磁通量用麦作单位, 面积用平方厘米作单位, 那么磁通量密度的单位就是麦 / 厘米²。麦 / 厘米² 一般用高斯来代表。因为 $1 \text{ 韦} = 10^8 \text{ 麦}$, $1 \text{ 米}^2 = 10^4 \text{ 厘米}^2$, 所以

$$1 \text{ 韦} / \text{米}^2 = \frac{10^8}{10^4} \text{ 麦} / \text{厘米}^2 = 10^4 \text{ 高斯}^*$$

当面积 S 与磁通量 φ 不互相垂直时(图 1-5), 式 (1-1) 可表示为

$$B = \frac{\varphi}{S \cdot \cos \alpha} (\text{Wb} / \text{m}^2) \quad (1-2)$$

式中, α 为面积 S 与垂直有效面积的夹角。

如果将一根导体通入直流电, 并把磁针放在通电导体的附近。可以看出, 当导体电流方向改变时, 磁针转动的方向

* 高斯是非许用单位。

也随着改变，这表明通电导体周围有磁场存在。

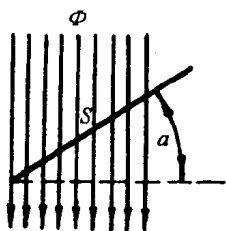


图 1-5 当面积 S 与磁通 ϕ

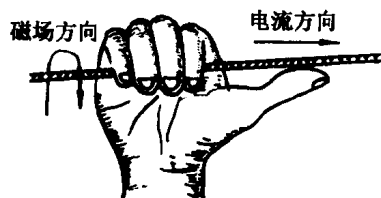


图 1-6 右手螺旋定则示意图

不相垂直时的示意图

磁场的方向与电流的方向有一定的关系，这个关系用右手螺旋定则来确定，如图 1-6 所示。当螺旋前进的方向与导体电流的方向一致时，螺旋旋转的方向就表示磁力线的方向。为了帮助记忆，可以用右手握持导体，伸直拇指，使拇指指向电流的方向，其余四指围绕的方向就是磁场的实际方向。

在实际工作中，常常把导线一圈一圈地绕成圆筒形线圈，这种线圈叫螺线管。当电流通过螺线管时，也会产生磁场，其磁力线的分布情况如图 1-7 所示。它和条形永久磁铁的磁场分布很相似。

螺线管磁力线的方向，同样可用右手螺旋定则来确定。此时，用右手的四指握持线圈（图 1-8），四指指着电流方向，大拇指所指的便是磁力线方向。

从物理意义上可以理解，螺线管内通过的电流越大，线圈匝数越多，所产生的磁场便越强。也就是说，磁场的强弱（即磁通量密度 B 的大小）决定于通过的电流 I 和线圈匝数

数 N 。或者说磁通量密度与 IN 的乘积成正比。电流和线圈匝数的乘积 IN 称为磁动势（简称磁势），它的作用是产生磁力线，建立磁场。磁动势的单位为安培匝数（简称安培）。

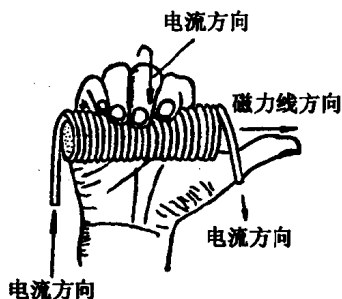
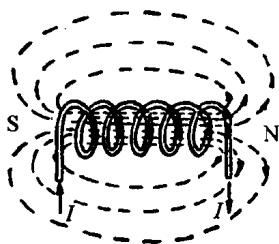


图 1-7 通电线圈的磁场 图 1-8 右手螺旋定则示意图

第二节 电磁感应

将一根导线放在均匀磁场中，导线的两端上接一电流计，构成闭合回路，如图 1-9 所示。当导线以一定速度垂

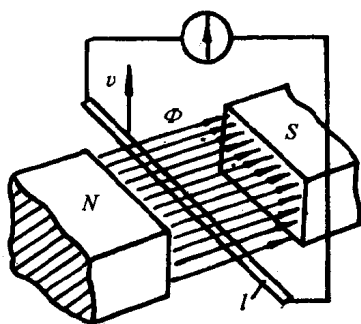


图 1-9 电磁感应现象示意图